

## MICROSCOPE USING DIFFRACTION OPTICAL DEVICE

**Publication number:** JP6186504

**Publication date:** 1994-07-08

**Inventor:** ISHIWATARI YUTAKA

**Applicant:** OLYMPUS OPTICAL CO

**Classification:**

- **international:** G02B5/18; G02B21/00; G02B27/46; G02B27/58;  
G02B5/18; G02B21/00; G02B27/46; G02B27/58; (IPC1-  
7): G02B27/58; G02B5/18; G02B21/00; G02B27/46

- **European:**

**Application number:** JP19920353676 19921215

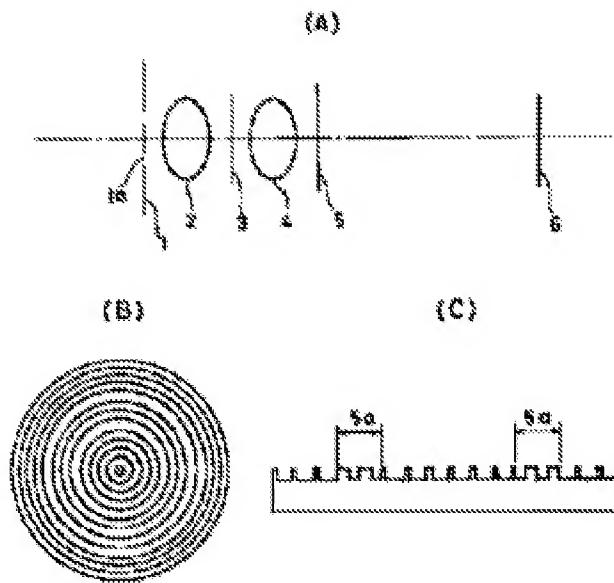
**Priority number(s):** JP19920353676 19921215

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP6186504

**PURPOSE:** To obtain an apodization effect and a super resolution effect without using multilayer film by arranging a diffraction optical device in which different diffraction effects can be displayed at different parts in a pupil.

**CONSTITUTION:** This microscope is constituted of a ring slit 1 arranged at the pupil position of a condenser, the condenser 2, a sample 3, an objective lens 4, a spatial frequency filter 5 arranged at the pupil position on the objective lens 4 side, and an image surface 6. The spatial frequency filter 5 is a concentrical rectangular phase grating, and whose duty factor at the conjugate part of the aperture part 1a of a cyclical slit 1 arranged at the pupil position of the condenser 2 is set at 0.5, and the duty factor at another part is set as 0.1. Also, the depth of the grid is adjusted so as to be  $\phi = \pi/6$  at certain wavelength, and the diffraction effect of 0th-order light at respective part is set so as to be 50% and 82%. At this time, the pitch T of a diffraction grating is set so that diffracted light other than diffracted 0th-order diffracted light can go to the one not being made incident on an optical system behind the pupil of the microscope.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-186504

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 02 B 27/58		9120-2K		
5/18		9018-2K		
21/00		9316-2K		
27/46		9120-2K		

審査請求 未請求 請求項の数3(全5頁)

(21)出願番号 特願平4-353676

(22)出願日 平成4年(1992)12月15日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 石渡 裕

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

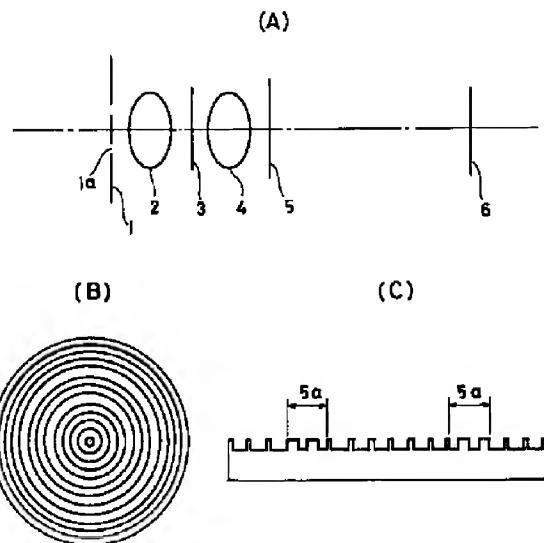
(74)代理人 弁理士 向 寛二

(54)【発明の名称】回折光学素子を用いた顕微鏡

(57)【要約】

【目的】 本発明は、アポダイゼーション効果や超解像効果等が得られる顕微鏡を提供することを目的としている。

【構成】 本発明の顕微鏡は、瞳内に回折効率が場所によって異なる回折光学素子を配置したことを特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】回折効率が場所によって異なる回折光学素子を瞳内に少なくとも1枚配置したことを特徴とする顕微鏡。

【請求項2】前記回折光学素子が表面レリーフ格子によって構成されていることを特徴とする請求項1の顕微鏡。

【請求項3】前記回折光学素子が振幅格子により構成されていることを特徴とする請求項1の顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回折光学素子を用いた顕微鏡に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】光学系の瞳内に位相分布および透過率分布を与えるフィルターを配置することにより光学系の空間周波数特性を変化させることができ。これによってアボダイゼーション効果や超解像効果が得られることは、「応用物理」第31巻(1962年)の70頁、1986年9月15日共立出版株式会社発行の「フーリエ結像論」等に開示されている。この考えを顕微鏡に応用し、対物レンズの開口数によって決まる解像よりも高い解像力を得る方法として、コンデンサーの瞳位置に輪帯状の開口を配置し、この輪帯状の開口と共に位置に0次回折光の一部を吸収するフィルターを配置することが特公昭55-47361号公報および特開昭58-7123号公報に開示されている。

【0003】又位相分布および透過率分布を与えるフィルターの作製方法は、特公昭55-47361号公報等に開示されているように、金属や誘電体の薄膜を組合せた多層膜を用いるのが一般的な方法である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、金属や誘電体の薄膜を組合せて多層膜を構成することにより多層膜を透過する光の振幅と位相に変化を与えることは出来る。しかし金属や誘電体の薄膜を組合せて多層膜を形成する場合、多層膜を作製する時の環境によって薄膜の物性値に変化が生ずることがあり、多層膜に位相量や透過率が変化する。

## 【0005】アボダイゼーション効果や超解像効果を与\*

$$\eta = |(e^{i\phi} - 1) q + 1|^2$$

(1)

又、0次以外の回折光( $m \neq 0$ )の場合、回折効率 $\eta$ ※※は、次の式(2)により決定される。

$$\eta = |(e^{i\phi} - 1) \sin(mq\pi) / m\pi|^2 \quad (2)$$

( $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ ) 尚上記式(1),

(2)において $\phi$ は、 $n_1, n_2, h$ を夫々回折格子外の屈折率、回折格子の屈折率、溝の深さとした時、下記★

$$\phi = (n_2 - n_1) h (2\pi/\lambda) \quad (3)$$

又振幅格子の回折効率 $\eta$ は、次の式(4)に示す通りで 50 ある。

★の式(3)にて与えられる。

## 【0016】

\*える空間周波数フィルターは、フィルターを構成する薄膜の物性値変化が生じた場合、空間周波数フィルターの位相分布や透過率分布に変化が生じ、光学特性上十分な効果が得られなくなるという問題を有している。

【0006】又金属や誘電体の薄膜を組合せた多層膜によって空間周波数フィルターを構成する場合、構成する薄膜の物性を厳密に制御する必要があり、制御のための環境設定が難しいという問題もある。

【0007】更に多層膜を用いた空間周波数フィルターは、位相および透過率の分布を2値的な分布にすることは出来るが、それ以外の連続的な分布にすることは困難である。

【0008】本発明の目的は、多層膜を用いずに空間周波数フィルターを構成しこのフィルターを配置することによりアボダイゼーション効果や超解像効果が得られるようにした顕微鏡を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の顕微鏡は、回折効率が場所によって異なる回折光学素子を瞳内に少なくとも1枚配置して、アボダイゼーション効果や超解像効果が得られるようにしたことを特徴とするものである。

【0010】又本発明の顕微鏡で用いられる回折光学素子が表面レリーフ格子により構成されていることも特徴としている。

【0011】更に、回折光学素子が振幅格子にて構成されていることも本発明の特徴である。

【0012】前記の回折現象を利用した回折光学素子は、CCD等の電子撮像素子のモアレ除去のためのローパスフィルターや光メモリー用の光学素子等に用いられている。この回折光学素子は、基盤をエッチングすることにより作成することが出来、半導体技術を応用することによって格子のパターンやエッチング速度の制御は容易に行ない得る。

【0013】又回折光学素子の回折効率は、素子を構成する回折格子の回折効率により決定される。表面レリーフ格子の場合、特に図5に示すような矩形位相格子の場合、回折効率 $\eta$ は、0次回折光( $m=0$ )の場合、次の式(1)によって決定される。尚下記式で $q$ はデューティー比である。

【0014】尚上記式(1)の $q$ は、 $q = \sin(\pi m q) / \pi m q$ である。

【0017】

$$\eta = \sin (mq\pi) / m\pi$$

( $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ )

以上のように図5に示すような格子の場合は、回折効率は、格子のデューティー比と溝の深さにより、又振幅格子の場合格子のデューティー比により決まる。つまり、回折光学素子のデューティー比等を変化させることにより、それぞれの次数の回折光の回折効率を変化させることができ。したがって0次回折光(透過光)の回折効率も変化させることができ、0次以外の回折光を遮蔽すれば回折光学素子を透過する光の量を変化させ得る。

【0018】本発明は、回折光学素子の上述の特徴を利用したもので、前述のように顕微鏡に回折光学素子を配置して発明の目的を達成するようにしたもので、回折光学素子のデューティー比等を所望の透過率分布に対応させて変化させることにより瞳内の透過率分布を操作する空間周波数フィルターを作り、アポダイゼーション効果や超解像効果を得ることが出来る。即ち、回折効率が場所によって異なる回折光学素子を瞳位置に配置することにより、回折光学素子を透過する光の強度を変えることが出来、これによって、アポダイゼーション効果や超解像効果を持った顕微鏡を実現出来る。

【0019】

【実施例】次に本発明の実施例について述べる。

【0020】図1は、本発明の第1の実施例を示す図であって、図1(A)において1はコンデンサーの瞳位置に配置されたリングスリット、2はコンデンサー、3は標本、4は対物レンズ、5は対物レンズ側の瞳位置でここに配置された空間周波数フィルター、6は像面である。この実施例の空間周波数フィルターは、図1の(B)および(C)に示すような[(C)は(B)の断面形状]同心状の矩形位相格子で、コンデンサーの瞳位置に配置した輪帶状スリット1の開口部1aの共役な部分5aでのデューティー比が0.5であり、それ以外の部分でのデューティー比が0.1である構成になっている。又格子の深さは、ある波長において $\phi = \pi/6$ になるように調節してあり、夫々の部分における0次光の回折効率が50%と82%になるようにしてある。この時、回折された0次回折光以外の回折光が顕微鏡の瞳位置の光学系に入射しないような回折角になるように回折格子のピッチTを設定してある。

【0021】上記のような回折光学素子は、図2の(A)のようなデューティー比でその透過率は図2の(B)に示す通りである。これら図で(A)の縦軸はデューティー比、又横軸は瞳内の座標値を表わし、又(B)の縦軸は透過率、横軸は瞳内の座標値である。このように図1の(B)、(C)に示す回折光学素子は、図2(B)に示す透過率が50%と82%の空間周波数フィルターになり、この空間周波数フィルターを瞳位置に配置すれば前掲の特開昭56-12615号公報や特

10

20

30

40

50

(4)

開昭58-7123号公報に示されているのと同じような高解像の顕微鏡になし得る。

【0022】図3は、本発明の第2の実施例の空間周波数フィルターを示す。この空間周波数フィルターは、図3の(A)に示すように同心状の矩形位相格子を放射状の領域に分割し、例えば図3(B)の拡大図の通り夫々の領域をCCD用のモザイクフィルターのように複数の波長に対応させ、その領域では対応する波長に対し $\phi = \pi/6$ になるように溝の深さを調整してある。

【0023】このように構成したのは、一般に顕微鏡は白色光源を用いるために波長による影響を生ずる。フィルターを前記のような構成にすれば、回折効率の波長依存性を補正することが出来る。この実施例も、第1の実施例と同様に回折された0次回折光以外の回折光が顕微鏡の瞳以後の光学系に入射しない回折格子のピッチTを設定してある。

【0024】この実施例2によれば、白色光を用いた場合においても、図2の(B)に示す透過率をもつ空間周波数フィルターが可能となり、この空間周波数フィルターを瞳位置に配置することによって前掲の特開昭56-12615号公報や特開昭58-7123号公報に示されているのと同じような高解像の顕微鏡が可能になる。

【0025】次に示す第3の実施例は、第1の実施例と同じように顕微鏡のコンデンサーの瞳位置に輪帶状スリットを配置し、このコンデンサーの瞳と対物レンズ側の共役な位置(瞳位置)に同心状の矩形位相格子を空間周波数フィルターとして配置したものである。

【0026】この実施例で用いる空間周波数フィルターは、図4に示す通りで、図4の(A)に示すように、実施例1とは逆に輪帶状スリットの開口部1aと共に部分のデューティー比が0.1になっている。又前記の開口部と共に位置以外は、デューティー比が0.1から0.5に連続して変化している回折光学素子である。この回折光学素子は、図4の(B)に示すような透過率分布を持つ空間周波数フィルターになる。このような回折光学素子(空間周波数フィルター)を瞳位置に配置することによってアポダイゼーション効果を持った顕微鏡を構成し得る。

【0027】

【発明の効果】本発明の顕微鏡は、格子のデューティー比等を部分的に変化させた回折光学素子を瞳内に配置して空間周波数フィルターとして用いることによって、超解像効果やアポダイゼーション効果が得られるようにした。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す図

【図2】第1の実施例で用いる回折光学素子のデューティー比および透過率を示す図

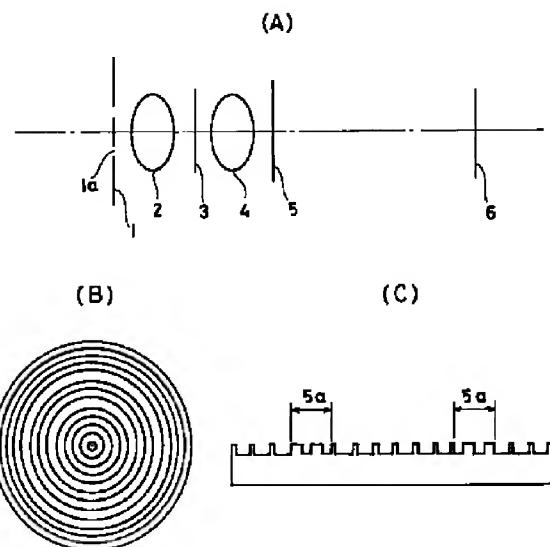
【図3】本発明の第2実施例で用いる回折光学素子の構成を示す図

【図4】本発明の第3の実施例で用いる回折光学素子の

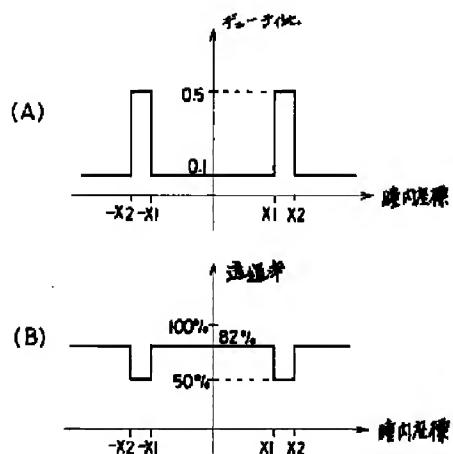
デューティー比および透過率を示す図

【図5】位相格子の回折効率等の説明図

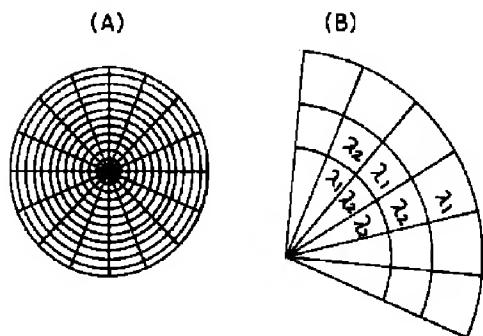
【図1】



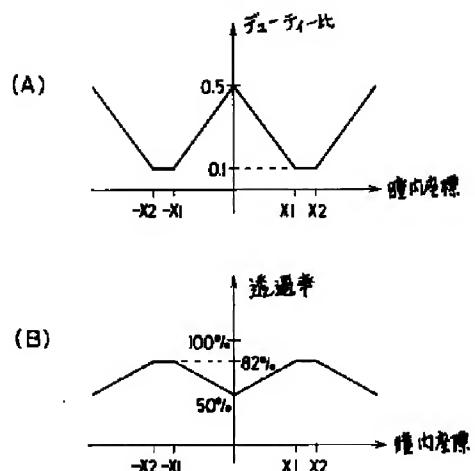
【図2】



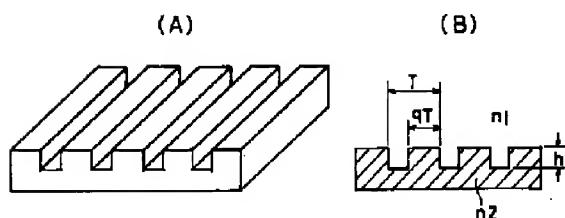
【図3】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年8月13日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【0002】

【従来の技術】光学系の瞳内に位相分布および透過率分布を与えるフィルターを配置することにより光学系の空間周波数特性を変化させることが出来る。これによって

アボダイゼーション効果や超解像効果が得られるることは、「応用物理」第31巻(1962年)の730頁、1986年9月15日共立出版株式会社発行の「 Fourier 結像論」等に開示されている。この考えを顕微鏡に応用し、対物レンズの開口数によって決まる解像よりも高い解像力を得る方法として、コンデンサーの瞳位置に輪帯状の開口を配置し、この輪帯状の開口と共に位置に0次回折光の一部を吸収するフィルターを配置することが特公昭55-47361号公報および特開昭58-7123号公報に開示されている。